

保安検査基準変更（案）

保安検査基準

（コンピナート等保安規則関係(スタンド関係を除く。))

K H K S 0 8 5 0 - 3 (2 0 0 4)

平成 1 6 年 1 1 月

高圧ガス保安協会

2.6 埋設貯槽

埋設貯槽の位置及び貯槽室に係る検査は距離測定及び記録確認とし、(1)及び(2)による。ただし、前回保安検査以降設置状況に変更のないことを記録により確認した場合は、その確認をもって距離測定及び記録確認に代えることができる。
埋設貯槽本体の状況に係る検査は、目視及び測定又は作動検査とし、(3)及び(4)による。

【対応規則条項】

コンビ則：第5条第1項第38・39号

(1) 距離測定

貯槽埋設深さ及び隣接貯槽との相互間距離の確保状況について、1年に1回巻き尺その他の測定器具を用いた距離の実測による確認又は図面上で確認する。ただし、規定の距離を満たしていることが目視又は図面により容易に判定できる場合は、目視又は図面による確認とすることができる。

(2) 記録確認

貯槽室の強度及び防水措置並びに漏えいしたガスの滞留防止措置の状況について、1年に1回記録により確認する。

(3) 目視検査

砂詰め方式の場合：
砂の乾燥状況及び底部集水柵の浸透水の状況を、1年に1回目視により確認する。
強制換気方式の場合：
ピット内の乾燥状況、貯槽外面の状況、外部マンホールの状況及び外部給排気ダクトの状況を、1年に1回目視により確認する。

(4) 測定又は作動検査

砂詰め方式の場合：

貯槽本体を電気防食しているものは、1年に1回電位測定を行う。

強制換気方式の場合：

1年に1回ガス漏えい検知警報設備作動検査を行い、換気設備が連動して作動すること及び作動状況を確認する。

3. 高圧ガス設備の基礎・耐震設計構造 等

3.1 基 礎

基礎に係る検査は記録（図面を含む。以下この節において同じ。）確認及び目視とし、（１）及び（２）による。ただし、記録確認については、前回保安検査以降地盤の許容支持力等と地盤上の重量物の荷重との関係に変更のないことを記録により確認した場合は、その確認をもって記録確認に代えることができる。

【対応規則条項】

コンビ則：第５条第１項第２３号

（１）記録確認

地盤の許容支持力等と地盤上の重量物の荷重との関係について、１年に１回記録により確認する。

（２）目視検査

基礎立ち上り部及び貯槽の支柱（底部）と基礎の緊結状況について、腐食、損傷、変形その他の異常のないことを１年に１回目視^{*}により確認する。

【解説】

^{*} 目視で検査可能な部分に限定して実施する。

3.2 耐震設計構造

耐震設計構造に係る検査は記録（図面を含む。以下この節において同じ。）確認及び目視とし、（１）及び（２）による。ただし、記録確認については、前回保安検査以降耐震設計上変更のないことを記録により確認した場合は、その確認をもって記録確認に代えることができる。

【対応規則条項】

コンビ則：第５条第１項第２４号

（１）記録確認

耐震設計構造に係る計算結果等について、１年に１回記録により確認する。

（２）目視検査

基礎立ち上り部、ベースプレート、スカート、サドル、支柱及び本体接合部、アンカーボルト等について、腐食、損傷、変形その他の異常のないことを１年に１回目視^{*}により確認する。

【解説】

*** 目視で検査可能な部分に限定して実施する。**

4.3 高圧ガス設備の耐圧性能及び強度^{*1}

高圧ガス設備(内部及び外部に減肉及び劣化損傷が発生するおそれのないもの^{*2}を除く。)の耐圧性能・強度に係る検査は、耐圧性能・強度に支障を及ぼす減肉、劣化損傷、その他の異常がないことを次に掲げる目視検査及び非破壊検査(肉厚測定を含む。)により確認する。

ここで、配管に代表されるような設備の大きさ、形状、内部の構造等により内部からの検査を行うことができない設備^{*3}にあっては、外部からの適切な検査方法(超音波探傷試験、放射線透過試験等)により内部の減肉、劣化損傷がないことを確認しなければならない。

なお、配管にあっては配管付属品を含めた相互に連結された配管系^{*4}で管理する。

また、(2-2)の非破壊検査(磁粉探傷試験、浸透探傷試験、超音波探傷試験、放射線透過試験及び渦流探傷試験等)は、当該高圧ガス設備の減肉、劣化損傷の検出に対して適切な検査方法を選定して行う。

(1) 目視検査^{*5}

高圧ガス設備の内部の目視検査は、原則として、設備の種類、材料等に応じて別に定める期間^{*6}内に行い、外部(断熱材等で被覆されているもの^{*7}にあってはその外面)の目視検査^{*7}は、1年に1回行う。なお、弁類及び動機器の内部の目視検査は、分解点検・整備のための開放時^{*8}に行う。

ただし、腐食性のない高圧ガスを取り扱う設備^{*9}(エロージョンによる減肉が発生するおそれがあるものを除く。)については内部の目視検査は不要とする。

(2) 非破壊検査

(2-1) 肉厚測定

高圧ガス設備が十分な肉厚を有していることを確認するため、肉厚測定を1年に1回実施する。ただし、次に掲げる設備にあっては、各々に掲げる時期に実施する。

イ. 過去の実績、経験等により内部の減肉のおそれがないと評価できる弁類(配管系から除外される圧力容器に直結されたものに限る。)及び動機器: 分解点検・整備のための開放時^{*8}の目視検査で減肉が認められたとき

ロ. 腐食性のない高圧ガスを取り扱う設備^{*9}(エロージョンによる減肉が発生するおそれがあるものを除く.): 外部の目視検査で減肉が認められたとき

ハ. 砂詰め方式の地下埋設貯槽: 開放検査時(貯槽内部から実施)及び【解説】^{*7}なお書による砂の乾燥状況又は底部集水桝の浸透水の状況の確認において異常が確認されたとき(電気防食により防食管理が適切になされているものを除く。)

肉厚測定箇所は、使用環境及び目視検査の結果を十分考慮のうえ選定^{*10}する。

(2-2)肉厚測定以外の非破壊検査

肉厚測定以外の非破壊検査は、高圧ガス設備の内部について、原則として、設備の種類、材料等に応じて別に定める期間^{*6}内に行う。ただし、次に掲げる設備にあっては、各々に掲げるところによることができる。

イ．腐食性のない高圧ガスを取り扱う設備^{*9}（エロージョンによる減肉が発生するおそれがあるものを除く。）：非破壊検査は不要とする。

ロ．劣化損傷が発生するおそれがない設備^{*11}：非破壊検査は不要とする。

ハ．内部の状況を外部から代替検査できる設備^{*12}：外部から適切な非破壊検査方法で検査する。

非破壊検査箇所は、使用環境及び目視検査の結果を十分考慮のうえ選定する。

(3) 余寿命管理が的確に行われている設備^{*13}については、外部の目視検査を除き、(1)及び(2)の期間にかかわらず、その結果に応じた期間^{*14}内及び検査方法で耐圧性能・強度に係る検査を実施することができる。

【対応規則条項】

コンビ則：第5条第1項第17号・19号

【解説】

*1 省令の技術基準では高圧ガス設備の耐圧性能と強度は別の号で規定されているが、保安検査では両号に基づき高圧ガス設備の耐圧性能・強度に支障を及ぼす減肉、劣化損傷、その他の異常がないことを確認することとし、耐圧性能及び強度に係る検査として一つの項目にまとめた。

耐圧試験は、設備の製作完了時点で強度上の健全性が確保されていることを確認するための試験であり、使用されている設備に実際に加わる圧力以上の負荷を与えることはその設備の安全性を損なうおそれがある。このため、保安検査では原則として耐圧試験は実施しないこととした。

ただし、フレキシブルチューブ等耐圧性能を確認する適切な非破壊検査の方法がないものについては、設備の安全性を十分に配慮した上で耐圧試験により確認することができることとする。

なお、4.3 高圧ガス設備の耐圧性能及び強度により確認した結

果、減肉、割れ等の欠陥が発見され当該欠陥が次の表 1 左欄に掲げる欠陥の箇所及び同表中欄に掲げるグラインダー加工等による仕上がりの深さに応じ、同表の右欄に掲げる点数に次の表 2 左欄に掲げる欠陥の長さ又は長径に応じ同表の右欄に掲げる点数を乗じて得た点数の和が 6 点を超え、溶接補修した場合には、耐圧試験を実施し、さらに 1 年以上 2 年以内開放検査を実施し割れ等がないことを確認するものとする。ただし、管台、マンホール部等の取付部に使用される引張強さが 570 N/mm^2 未満の炭素鋼（母材）及び当該炭素鋼（高張力鋼にあっては、溶接後に炉内で応力除去焼鈍したものに限り。）の溶接部の欠陥の溶接補修については耐圧試験及び 1 年以上 2 年以内の開放検査を省略しても差し支えない。

表 1

欠陥の箇所	グラインダー加工等による仕上がりの深さ	点数
管台及びマンホール部	深さにかかわらず	1
胴板及び鏡板	3 mm又は板厚の 30%に相当する深さのうちいずれか小さい値以下	1
	3 mm又は板厚の 30%に相当する深さのうちいずれか小さい値を超え 4 mm以下	2

表 2

欠陥の長さ又は長径	点数
10 mm以下	1
10 mmを超え 20 mm以下	2
20 mmを超え 30 mm以下	3

- * 2 内部及び外部に減肉及び劣化損傷が発生するおそれのない高圧ガス設備とは、次に掲げる設備をいう。
- ・二重殻構造の貯槽
 - ・コールド・エバポレータ(加圧蒸発器及び送ガス蒸発器を含む。)
 - ・メンブレン式貯槽
 - ・液化石油ガス岩盤貯槽
 - ・エチレンプラントの低温・超低温アルミ熱交換器
 - ・空気液化分離設備のコールドボックス内機器
 - ・空気液化分離設備のコールドボックス内機器と同様に、外部が不活性な断熱材で覆われ、窒素等不活性ガスにてシールされて

いるか、又はこれと同等（例えば真空断熱）の高圧ガス設備であって、当該高圧ガス等による化学作用によって変化しない材料を使用している機器

- * 3 内部からの検査を行うことができない設備とは、次に掲げる設備をいう。
 - 1) 配管
 - 2) 特定設備検査規則の機能性基準の運用について（平成13年12月28日 平成13・12・27原院第5号）の別添1 特定設備の技術基準の解釈（以下「特定則例示基準別添1」という。）第45条第1項（1）から（5）又は同別添7 第二種特定設備の技術基準の解釈第45条第1項（1）から（5）までに掲げる特定設備
 - 3) 特定設備以外の圧力容器であって、2)の特定設備に準じるもの
- * 4 配管系とは、直管部のみならず、エルボ部及び配管付属品（弁、ノズル）等の連結された部品を含めたものをいう。なお、配管系は、ほぼ同一の腐食環境下において類似の腐食形態を受ける範囲（腐食系）単位で管理する。
- * 5 目視検査とは、設備内部及び外部表面の腐食、膨れ、割れ等の異常の有無を目視により観察し、設備の健全性を評価する検査であり、非破壊検査等の必要性についても検討を行う。したがって、非破壊検査は、目視検査の結果を踏まえて行うことが重要である。なお、目視検査は直接目視によるほか、必要に応じファイバースコープ、工業用カメラ、拡大鏡等の検査器具類を使用する。
- * 6 設備の種類、材料等に応じて別に定める期間（開放検査の周期）表3による。ただし、特定液化石油ガスの貯槽については、液化石油ガス保安規則関係の4.3の表3による。
なお、動機器については、摺動部の分解点検・整備のための開放周期とする。
- * 7 外部の目視検査に際して、「**参考資料1**」；肉厚測定箇所選定についての参考資料」b)項が参考にできる。
なお、砂詰め方式の地下埋設貯槽の外部の目視検査については、2.6埋設貯槽（3）目視検査 による砂の乾燥状況及び底部集水桝の浸透水の状況の確認をもって外部の目視検査に代えることができる。ただし、砂の乾燥状況又は底部集水桝の浸透水の状況に異常が確認された場合は、砂をピット内から排出し、貯槽外面の防食状況を目視検査し、防食状況に異常がある場合又は異常のおそれのある場合は、当該箇所の防食措置を取り除き貯槽本体外面の腐食状況を確認する（電気防食により防食管理が適切にな

されているものを除く。)

- * 8 分解点検・整備のための開放時とは、摺動部の消耗品についてメーカーが定める推奨交換時期又は運転時間・状況、日常点検結果、過去の分解点検実績等を参考に定めた分解点検・整備の周期（時期）をいう。
- * 9 腐食性のない高圧ガスを取り扱う設備とは、次に掲げる設備であって、不純物や水分の混入等による腐食や劣化損傷が生じないよう管理されているものをいう。
 - ・ 液化石油ガス受入基地の低温の液化石油ガス設備
 - ・ 液化天然ガス受入基地の高圧ガス設備
 - ・ 腐食性のない不活性ガス設備
- * 10 肉厚測定箇所を選定

選定に際しては、「**参考資料1**」；肉厚測定箇所選定についての参考資料」が参考にできる。

- * 11 劣化損傷が発生するおそれがない設備とは、流体及び材料の組み合わせ又は使用条件等によって発生する次に掲げる劣化損傷を受けない設備をいう。
 - ・ 応力腐食割れ、水素誘起割れ、疲労割れ、水素脆化、クリープ、水素侵食、低温脆化、熱疲労等

なお、劣化損傷が発生するおそれがない設備の評価に際

しては、「参考資料2」；劣化損傷が発生するおそれがない設

備の具体例」が参考にできる。

- * 12 内部の状況を外部から代替検査できる設備とは、次の1)に掲げる条件に適合する第1種製造者の2)に掲げる条件に適合する高圧ガス設備とし、当該代替検査（以下「供用中探傷試験」という。）は3)に掲げる条件に適合するものでなければならない。

1) 第1種製造者が次のイ．からへ．までに掲げる条件のいずれにも適合していること。

イ．供用中探傷試験に係る方法及び基準を適切かつ明確に定め、文書化していること。

ロ．試験設備の作動前における精度の確認等性能についての点検に係る方法及び基準を適切かつ明確に定め、文書化していること。

ハ．欠陥が検出された場合における検出以後の欠陥の状態に対する定期的な確認、欠陥の除去及び修理等検出された

欠陥についての対応策を適切かつ明確に定め、文書化していること。

二．検査の一部又は全部を委託する場合にあっては、その委託先の管理に関する事項を適切かつ明確に定め、文書化していること。

ホ．検査のデータを適切に評価できる担当者（（社）日本非破壊検査協会が認定する非破壊検査技術者のうち、超音波２種（UT２種）以上又は甲種機械責任者免状の資格を有している者をいう。）を置いていること。

へ．検査のデータ及び検査結果を時系列順に保管し、これらを適切に把握できる体制を有すること。

2) 高圧ガス設備が次のイ．から**ホ**．までに掲げる条件のいずれにも適合するものであること。

イ．炭素鋼又は低合金鋼を材料として使用するものであること。

ロ．応力腐食割れ、著しい腐食その他欠陥の原因となる

物質を取り扱っていないものであること。

ハ．溶接部の表面が供用中探傷試験の実施に支障がないように仕上げ処理されているものであること。

ニ．高圧ガス設備の減肉及び劣化損傷箇所が検査箇所として明確になっていること。

ホ．前回の開放検査の時点から溶接を伴う修理又は改造（以下「溶接修理等」という。）が行われていないものであること。

3) 供用中探傷試験は、次のイ．から二．のいずれにも該当する試験をいう。

イ．超音波探傷試験により高圧ガス設備外部から高圧ガス設備の内面における欠陥を検査すること。

ロ．検査のデータが自動記録され、欠陥の程度又は位置の確認が再現できること。

ハ．高圧ガス設備の内面における深さ0.5mm以上の欠陥を確認できる性能を有していること。

二．適切な技能を有する者（（社）日本非破壊検査協会が認定する非破壊検査技術者のうち、超音波２種（UT２種）

以上の資格及び高圧ガス設備の検査に十分な経験がある者をいう。)が行うこと。

なお、外部からの代替検査は、連続して採用することはできない。

また、供用中探傷試験にあつては、高圧ガス設備の内面の傷又は割れが高圧ガス設備の材料の最小厚さに達せず、かつ、その深さが2mm以下のものであるときは、当該高圧ガス設備の内部は欠陥がないものとみなす。この場合において、当該箇所に関する供用中探傷試験を毎年1回以上行わなければならない。高圧ガス設備の内面の傷又は割れの深さが2mmを超えるか又は最小肉厚に達するときは、直ちに開放検査を実施し、必要な補修及び試験を行う。

なお、この外部からの代替非破壊検査は、(1)目視検査における内部の目視検査の代替検査にもなる。

- * 1 3 余寿命管理が的確に行われている設備
余寿命管理が的確に行われている設備とは、「付属書；自ら耐圧性能・強度に係る検査周期(時期)を設定することができる事業者の要件」に掲げる事項を満足している事業者における設備をいう。
- * 1 4 最新の耐圧性能・強度に係る検査結果から、腐食・エロージョン、劣化損傷における長期間の傾向や短期間の変動を的確に把握し、次回検査時期を設定する。

表 3

高圧ガス設備の開放検査の周期

高圧ガス設備(動機器を除く。以下4.3において同じ。)の内部の目視検査及び肉厚測定以外の非破壊検査は、次に掲げるところにしたがい、各々に掲げる期間内に実施する。ただし、当該期間は、減肉又は劣化損傷の状況に応じて短縮しなければならない。

設備の種類	使用材料	期 間
貯槽	オーステナイト系ステンレス鋼 アルミニウム	15年以内

ニッケル鋼(ニッケルの含有率が2.5%以上9%以下のものをいう。)	10年以内
高張力鋼(最小引張強さが570N/mm ² 以上の炭素鋼をいう。以下4.3において同じ。)	完成検査後2年以内 その後3年(炉内で応力除去焼鈍を施した後に、溶接修理等を行っていない場合にあっては、5年)以内
高張力鋼以外の炭素鋼(低温圧力容器の材料として使用する炭素鋼であって、低温貯槽の材料として使用されているものに限る。)	8年以内
高張力鋼以外の炭素鋼(低温圧力容器の材料として使用する炭素鋼であって、低温貯槽以外の貯槽の材料として使用されているもの並びにボイラー及び溶接構造の材料として使用する圧延鋼又はこれらと同等以上の材料に限る。)	完成検査後2年以内 その後5年以内
その他高張力鋼以外の炭素鋼	完成検査後2年以内 その後3年以内
その他材料	完成検査後2年以内 その後3年以内

貯槽以外の高圧ガス設備	内容物の種類、性状及び温度を勘案して腐食その他の材質劣化を生じるおそれのない材料	3年以内
	その他材料	完成検査後2年以内 その後3年以内

参 考 資 料

参考資料1

・肉厚測定箇所選定についての参考資料

社団法人石油学会 「石油学会規格 配管維持規格」
JPI-8S-1-2004 (2004) の下記部分より抜粋。

4.4.1 検査箇所の選定

付属書 A 腐食・エロージョンが起こりやすい箇所

なお、抜粋の中で、更に章番号や事例などを引用している部分の詳細については、上記規格の該当部分を参照のこと。

参考資料2

・劣化損傷が発生するおそれがない設備の具体例

参考資料1 肉厚測定箇所選定についての参考資料

(略)

参考資料2 劣化損傷が発生するおそれがない設備の具体例

ここでは、保安検査基準において列挙した8つの事例に関する劣化損傷が発生するおそれがない設備についての具体例を、参考として例示した。

1) 水素侵食

発生する条件：

・発生環境：高温・高圧の水素を含む環境

・対応策：

炭素鋼、低合金鋼に関しては、API941のネルソン線図（水素分圧と温度に関し水素侵食が起こるかどうかを判定するためのもの）により材料選定を行う。

また、オーステナイト系ステンレス鋼は水素侵食されないと考えられている。

・劣化損傷を受けない事例：

高温・高圧の水素雰囲気で使用される設備であっても、ネルソン線図により材料選定を行ったものや、オーステナイト系ステンレス鋼を採用している設備については、当該劣化損傷を受けないものと考えることができる。

2) クリープ

発生する条件：

金属材料は、高温において応力が負荷されると、時間と共に変形が進行し、最終的には破断に至る。この様に応力により、時間と共に変形が進行する現象をクリープといい、これによる破断をクリープ破壊という。クリープが問題となる概略の温度は、特定則の許容応力算定基準でいえば、炭素鋼、低合金鋼では440、オーステナイト系ステンレス鋼では540、Ni基耐熱合金では650程度である。

・劣化損傷を受けない事例：

設計・使用条件がクリープ温度領域でない設備は、原則としてクリープによる劣化損傷をうけないと考えられる。また、クリープ温度領域において使用される設備であっても、ラーソンミラーカーブ等を使用しクリープ損傷に対して適切な設計マージンを採用しているものであれば、少なくとも設計寿命の間はクリープ損傷が問題となることはない。

3) 水素誘起割れ (HIC)

発生する条件：

水素誘起割れ(HIC)は、硫化水素を含む湿性環境下において発生する損傷形態で、外部応力が無い場合でも発生、板厚方向と平行なき裂や階段状き裂の発生、ブリスタとよばれる表面部での膨れが発生する。これは、腐食によって発生した水素が原子状水素として鋼中に侵入、鋼に内在する非金属介在物近傍で分子状水素となり空洞を発生、この分子状水素による内部圧力によって鋼中にき裂が発生したりブリスタ(膨れ)が生じたりする。さらに、鋼中の異なるき裂発生面同士が結合したものが、階段状き裂となる。また、腐食環境に硫化水素を含む場合はさらに侵入水素が多くなる。HICの基本的な2つの概念、すなわち鋼材の有するHIC発生の臨界水素濃度(C_{th})と鋼中水素濃度(C_o)を用いて示され、 C_{th} が低いほど、 C_o が高いほどHICは発生しやすい。また、HICの形成過程は次の4つに分けられる。

- (1)水素の発生及び鋼表面への吸着
- (2)水素の鋼中への侵入と拡散
- (3)非金属介在物あるいは偏析部の低温変態組織による水素の補足と割れ発生
- (4)割れの伝播及び連結、貫通による破壊

ここで過程(1)及び(2)は C_o に関係し、 C_o を低減させるためには環境制御、鋼と環境の遮断あるいは耐食材料の使用が効果的である。過程(3)及び(4)は C_{th} に関係しており C_{th} を向上させるためには冶金面からの対策が必要である。環境制御としては、運転条件あるいはインヒビターの添加等によりpHを上昇させることが効果的である。その他、脱水、 H_2S 濃度の低下、運転温度の変更などが考えられるが、完全な制御は難しく、材料面からの対策と組み合わせることが望ましい。

材料面からの対策としては、 C_o の低減及び C_{th} の向上の2つの面を考慮して製造される耐HIC鋼の適用が効果的である。

・劣化損傷を受けない事例：

対策としては、ステンレス鋼クラッドライニング、耐酸モルタルライニング、インヒビタの投入、脱水し湿分を露点以下にする、などといった環境面からの配慮と、耐HIC鋼を適用するといった材料面の配慮があり、そういった対策が施してある設備は当該劣化損傷が起こることはないと考えられる。

4) 熱疲労

発生する条件：

熱疲労は、材料が拘束された状態にある場合、加熱・冷却に伴う熱ひずみや熱応力を発生し、その繰返しによってき裂の発生や破壊に至る現象である。特に熱応力が材料の弾性限を超え、塑性域まで達するような場合には、低サイクル疲労と良く似た現象になる。また熱サイクルの過程において、高温域での保持時間は熱疲労寿命に大きく影響し、高温で一定時間保持されるような場合にはクリープ効果を考慮に入れる必要がある。熱疲労が問題になるのはガスタービンやボイラの部材などが運転・停止に伴って高温・低温の繰返しを受ける場合、また製鉄所における熱間圧延ロールやインゴットケース表面のき裂などが多い。あるいは配管内部を流れる流体の温度が、高い部分と低い部分が交互に接触することによって熱応力を生じ、き裂を生じる例もある。

・劣化損傷を受けない事例：

対策としては、材料面では使用環境が許される範囲でインバー、コバール、ニレジストなどのいわゆる低線膨張係数材料を使用すること、また設計的には異材を接合する場合は線膨張係数の近い材料を使用したり、部材の拘束を少なくして温度変化による変形の自由度を増してやるといったことが考えられ、そういった対策を施してある設備は当該劣化損傷が起こることはないと考えられる。

5) 応力腐食割れ

応力腐食割れとは、腐食と引張応力の共同作用により陽極溶解が局部的に生じてき裂となり、さらにき裂先端の陽極溶解によりき裂が進展する現象をいう。

応力腐食割れは特定の環境と材料の組み合わせのもとで生じるが、その種類としては、塩化物応力腐食割れ、ポリチオン酸応力腐食割れ、アルカリ応力腐食割れ、アミン応力腐食割れ、外面応力腐食割れ、アンモニア応力腐食割れ、カーボネイト応力腐食割れ等がある。

ここでは、その代表例として、塩化物応力腐食割れの例を示す。

発生する条件：

塩化物応力腐食割れは、工業用水、海水その他塩化物（主に塩素イオン）を含む水溶液、あるいは流体中に塩化物を含むプロセス流体中で、鋼の溶接残留応力部、冷間加工部などの引張応力の存在する箇所にかかる脆性的な割れである。熱交換器の例でいうと、濃縮しない限り塩素イオン濃度の限界は10wtppmで、温度75℃以上で割れが生じることが報告されている。割れ形態は主に粒内割れであるが、鋭敏化された溶接熱影響部などは粒界割れを生じている。塩素イオン濃度及び温度は、高いほど塩化物 SCC は生じやすく、また、pHは低いほど SCC の発生可能範囲は拡大することが知られる。

オーステナイト・フェライト系 2 相ステンレス鋼 SUS329J4L の当該 SCC 発生限度は、中性付近の pH では約 200 である。低 pH 環境では約 100 以上で SCC が発生する可能性がある。高純度フェライト系ステンレス鋼の SUS444 は 100 ~ 200 の低塩化物イオン濃度において、塩化物 SCC 対策鋼として最も多く採用されている。しかし、SUS444 を採用する際には孔食、隙間腐食に注意する必要がある。

・劣化損傷を受けない事例：

応力腐食割れは、特定の環境と材料及び残留応力の影響の組み合わせにより発生するため、当該劣化損傷を防止するためには、特定の組み合わせとにならないような措置を講ずることが必要である。すなわち、環境制御としてプロセス溶液中の塩素イオンと溶存酸素を低減させるといった処置をする、材料選定についての配慮をする（例えば、オーステナイト相のままにして有効元素である Ni、Si を添加するか有害元素 P 等を低減させる、フェライトステンレス鋼を採用する、2 相ステンレス鋼の採用、銅合金やチタン合金といった非鉄金属を採用する等）、溶接部の応力除去焼鈍を施し残留応力を低減させる、といった措置を行い当該劣化損傷が発生する特定の組み合わせにならないようにすれば、当該劣化損傷を受けることはないと考えられる。

6) 疲労割れ

発生する条件：

疲労割れは、静的に付加されれば問題ない応力や変位が繰り返し与えられることにより、き裂が発生・進展する現象である。あらゆる金属材料が発生の可能性を持つ。また一般に、負荷される応力振幅が降伏点未満で破断までの負荷回数が多いのが高サイクル疲労、降伏点以上の振幅により比較的少ない繰り返し回数で破断に至る現象を低サイクル疲労という。

疲労割れは、主に構造不連続部等の応力集中部を起点とし、その多くは材料表面に優先的に発生・進展する。また、ノズル等による流体の振動、脈動、カルマン渦列などの影響、さらには回転機器等による機械的振動の影響を受ける。疲労による損傷を与える因子としては、設備の形状、繰り返し応力、材料等があり、設計・製作時に考慮する必要がある。

・劣化損傷を受けない事例

運転圧力による圧力変動が少なく、起動・停止が少ない条件で使用される設備については、 10^7 回に及ぶ高サイクル疲労はほとんど想定されず、起動・停止に伴う 10^4 回程度の低サイクル疲労が考慮の対象となる。一般に金属材料の疲労限度 (10^7 回疲労強度) は材料の引張強さの 0.5 倍であり、特定設備検査規則の許容応力の引張強さに対する設計マージンが 4 又は 3.5 としていることから、設計裕度は 2 又は 1.75 と十分に考慮されている。

また 10^4 回程度の低サイクル疲労の疲労強度としては 10^7 回のそれに比して約 2 倍の余裕があるため、上記設計裕度は 4 又は 3.5 となり、切欠きによる応力集中係数が 3 を超えるような場合でも、切欠き周りが弾性挙動する範囲であれば、実際には疲労強度減少係数は 3 を超えることはないので、設計裕度がなくなることはない。

したがって、圧力変動や振動等による厳しい繰り返し条件下で使用される設備を除いて、特定則に従い製造された設備であれば当該劣化損傷を受けることはないと考えられる。

ただし、圧力変動や振動等による厳しい繰り返し条件下で使用される設備や部位については、疲労を考慮した設計等を行うといった措置が必要であることに注意を要する。

7) 水素脆化

発生する条件：

水素脆化は、水素が金属中に侵入し金属内の介在物・欠陥などの場所に集まり脆化を起こす現象である。例えば、運転中に高温高压水素より解離した水素が、高温の為に水素の固溶度が大きいため原子状水素として材料中に拡散し、運転休止による温度低下によりこれらの水素が介在物・欠陥などに集積することにより脆化する。

・劣化損傷を受けない事例

当該劣化損傷については、材料が水素を吸収する環境（例えば、高温の水素環境などの活性水素原子が生成される雰囲気、湿潤硫化水素やフッ化水素環境等）で使用されていないければ、問題となることはないと考えられる。

また、材料が水素を吸収する環境で使用されている設備であっても、例えば、高温水素環境で使用されている設備については、運転休止時に温度低下による水素脆化の発生を避けるため、運転中に吸収された水素が鋼材中に残留することを避けるような運転停止操作を行う、といった措置をすることにより、当該劣化損傷の発生を避けることができる。

8) 低温脆化

発生する条件：

低温脆化は、常温では延性破壊となる材料でも低温であると、破断部近傍に塑性変形をほとんど伴わない脆性破壊を生ずることをいう。低温脆化は、フェライト系の材料に発生し、オーステナイト系ステンレス鋼などの面心立方格子を有する材料には発生しない。この破壊は、損傷域が少なく突然破壊することがあるので、大事故になりやすい。低温脆化には、材料のシャルピー吸収エネルギー、破壊じん性、発生応力等が関係し、大型部材や衝撃荷重を受ける場合に起こりやすい。

・劣化損傷を受けない事例

特定則に従って製造された機器については、設計温度に応じて使用できる材料が限定されていること、設計温度が0 未満の溶接部はシャルピー衝撃試験が要求されること等から、原則低温脆化による破壊は起こらないと考えられる。また、低温中での耐圧試験等においては、機器の金属温度等の管理に留意することが必要である。